



JP2001050010

Bibli Page 1 Drawing



## POWER PLANT

Patent Number: JP2001050010  
Publication date: 2001-02-23  
Inventor(s): ONO KOJI; HASEGAWA YUTAKA; YAMADA KAZUYA; FURUYA TETSUYA  
Applicant(s): TOSHIBA CORP  
Requested Patent:  JP2001050010  
Application Number: JP19990225910 19990810  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F01K17/04; F01K7/32; F01K23/10; F02C3/28; F22B3/08; F22D11/00  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the number of facilities additionally provided for suppressing emission of hazardous substances by mixing organic fuel to be combusted in a supercritical pressure boiler with supercritical pressure water to reform fuel not containing hazardous material, and separating the reformed fuel from the mixture to be supplied in the supercritical pressure boiler.

**SOLUTION:** In a reformer 7, critical pressure water extracted from a supercritical pressure boiler 1 and fuel containing hazardous substances are mixed to separate the hazardous substances therefrom and reform the fuel not to contain hazardous substances. In a separator 7, the mixture of the supercritical pressure water is separated into the reformed fuel, hazardous substances, clean supercritical pressure water having a temperature higher than that when extracted from the supercritical pressure boiler 1. The separated reform fuel is supplied in the supercritical pressure boiler 1 by a reformed-fuel supply device 12. The high-temperature supercritical pressure water is returned to a high-temperature section at an outlet point in a supercritical pressure system 8. Since the reformed fuel is combusted in the supercritical pressure boiler 1, devices such as smoke desulphurizer and dust collector become unnecessary.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-50010

(P2001-50010A)

(43)公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F 01 K 17/04

7/32

23/10

F 02 C 3/28

F 22 B 3/08

識別記号

F I

F 01 K 17/04

7/32

23/10

F 02 C 3/28

F 22 B 3/08

テ-テコ-ド<sup>7</sup>(参考)

Z 3 G 0 8 1

V

審査請求 未請求 詋求項の数7 O.L (全6頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平11-2225910

(22)出願日

平成11年8月10日 (1999.8.10)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小野 孝治

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝本社事務所内

(72)発明者 長谷川 裕

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株  
式会社東芝浜川崎工場内

(74)代理人 100100516

弁理士 三谷 恵 (外1名)

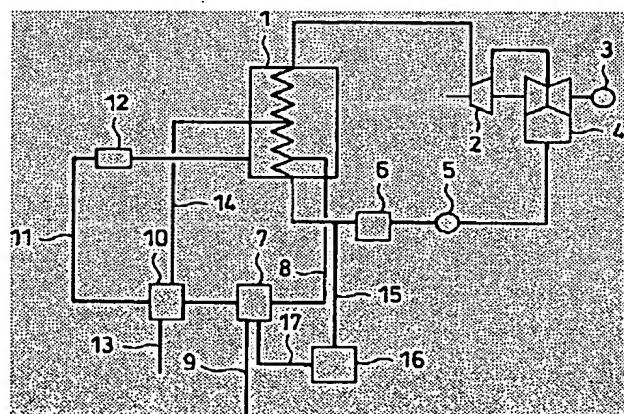
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発電設備

## (57)【要約】

【課題】 燃料に含まれる有害物質の放出を抑制するための付帯設備を低減できる発電設備を提供することである。

【解決手段】 改質器7は、燃料供給系統9からの燃料と超臨界水系統8からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質し、分離器10は、改質器7からの混合物から改質燃料を分離して抽出し超臨界圧ボイラ1に供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超臨界圧ボイラからの蒸気で発電機が接続された蒸気タービンを駆動し前記蒸気タービンで仕事を終え凝縮された水を給水過熱器で加熱して前記超臨界圧ボイラに戻すようにした発電設備において、前記超臨界圧ボイラから超臨界水を取り出す超臨界水系統と、前記超臨界圧ボイラで燃焼させる有機物質の燃料を供給する燃料供給系統と、前記燃料供給系統からの燃料と前記超臨界水系統からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質する改質器と、前記改質器からの混合物から改質燃料を分離して抽出し前記超臨界圧ボイラに供給する分離器とを備えたことを特徴とする発電設備。

【請求項2】 前記分離器は、前記改質器からの混合物から、改質燃料、有害物質、超臨界水を別々に取り出し、前記改質燃料および前記超臨界水は前記超臨界圧ボイラに供給し、前記有害物質は系外に排出することを特徴とする請求項1に記載の発電設備。

【請求項3】 前記超臨界圧ボイラに供給する高圧水を電気分解して高圧の水素を発生させ、その高圧の水素を前記改質器に注入する高圧水素発生装置を備えたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の発電設備。

【請求項4】 前記分離器で分離された改質燃料を、ガスタービン発電システムのガス化炉に導くことを特徴とする請求項1に記載の発電設備。

【請求項5】 亜臨界圧ボイラからの蒸気で発電機が接続された蒸気タービンを駆動し前記蒸気タービンで仕事を終え凝縮された水を給水過熱器で加熱して前記亜臨界圧ボイラに戻すようにした発電設備において、前記亜臨界圧ボイラで燃焼させる有機物質の燃料を供給する燃料供給系統と、前記亜臨界圧ボイラに供給する高圧水を抽出し超臨界水を発生させる超臨界水発生装置と、前記燃料供給系統からの燃料と前記超臨界水発生装置からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質する改質器と、前記改質器からの混合物から改質燃料を分離して抽出し前記亜臨界圧ボイラに供給する分離器とを備えたことを特徴とする発電設備。

【請求項6】 前記亜臨界圧ボイラに供給する高圧水を電気分解して高圧の水素を発生させ、その高圧の水素を前記改質器に注入する高圧水素発生装置を備えたことを特徴とする請求項5に記載の発電設備。

【請求項7】 前記分離器で分離された改質燃料を、ガスタービン発電システムのガス化炉に導くことを特徴とする請求項5に記載の発電設備。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、超臨界水を用いて有機物質の燃料を改質し、その改質した燃料を用いて発電を行うようにした発電設備に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、火力発電プラントは、石炭、石

油、天然ガス等の有機物質を燃料としている。例えば、石炭火力発電プラントでは、ボイラ内に燃料として石炭（微粉炭）を吹き込んで燃焼させる。ボイラへの給水はボイラ給水ポンプにより給水され、高圧給水加熱器で加熱されて、さらに節炭器で予熱されボイラ内の熱交換配管にて蒸気となる。この蒸気を一次過熱器および二次過熱器で過熱して過熱蒸気とした後に、高圧タービンに導いてこれを駆動させる。さらに再熱器を通して再熱した後に、中圧・低圧タービンを駆動させ、これらの高圧タービン、中圧・低圧タービンに直結した発電機を駆動させて発電を行わせる。

【0003】 タービンを駆動させた蒸気は、復水器で水に戻された後に復水ポンプで復水処理装置に送られ、水中の不純物（無機物、有機物、イオンなど）が除去される。その後、低圧給水加熱器および脱気器を通して、再びボイラ給水ポンプを通じてボイラへの給水となる。

【0004】 このような石炭火力の発電プラントでは、石炭燃焼に伴って排ガスが発生する。そこで、環境対策のため、排ガス中に含まれる物質（硫黄酸化物、窒素酸化物、煤塵など）を除去するための付帯設備が設けられる。一般的には、排煙脱硝及び集塵装置（電気集塵器等）や排煙脱硫装置が設けられ、排ガスはこれらの付帯設備を通した後に煙突から排出される。

【0005】 一方、重油火力発電プラントでは、石炭火力発電プラントと比べて燃料が重油に代わることである。供給燃料の重油は石炭に比べて硫黄分が少ないものあるいは重油の脱硫処理を施したものを使用すると、排ガス中からの脱硫処理を省略することができて脱硝集塵装置に置き換えることができる。また、排ガス中の煤塵が少ない場合には、排ガス処理用の付帯設備である集塵装置を省略できる場合がある点で異なる。その他のプラントの構成は石炭火力発電プラントと略同じである。

【0006】 また、液化天然ガス（LNG）を燃料とするガスタービンコンバインドサイクル発電プラントは、ガスタービン装置と、その燃焼排ガスを熱源として蒸気を発生する排熱回収ボイラ装置と、この排熱回収ボイラ装置で発生した蒸気により駆動される蒸気タービン装置と、ガスタービン装置及び蒸気タービン装置に直結された発電機とを備えた構成をなしている。

【0007】 このガスタービンコンバインドサイクル発電プラントのガスタービン装置は、圧縮空気を発生する空気圧縮機と、燃料系統からの燃料（LNG）に圧縮空気を混合して燃焼させる燃焼器と、燃焼器で生じた燃焼ガスにより駆動されるガスタービンとを備えている。また、排熱回収ボイラ装置は、ガスタービンから出た燃焼ガスのガス流の上流から下流に向かって順次に、過熱器、第1の蒸発器、脱硝触媒を有する脱硝装置、第2の蒸発器、節炭器が設けられ、排ガスは煙突から排出される。

【0008】 排熱回収ボイラの節炭器には、復水ポンプ

から導かれた給水が供給されて予熱され、その給水の一部は第2の蒸発器で蒸気化した後に蒸気タービン装置に送られる。残りの給水は、給水ポンプを通して第1の蒸発器で蒸気化された後に、過熱器で過熱されて過熱蒸気となり蒸気タービンに導入される。蒸気タービンで仕事を終えた蒸気は、復水器で凝縮され水に戻される。

【0009】ここで、脱硝装置は、燃焼ガスに含まれる窒素酸化物NO<sub>x</sub>濃度を低減させるためのものであり、接触還元分解によりNO<sub>x</sub>を除去する触媒層を有する応器と、その上流側に還元剤（通常アンモニアガス）を注入する還元剤注入ノズルとを備えている。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、既存の火力発電プラントでは、大規模な排ガス処理の付帯設備が必要である。すなわち、熱エネルギーを蒸気エネルギーに変換して発電する主要設備の他に、排出される燃焼ガス（排ガス）中に含まれる硫黄酸化物、窒素酸化物、煤塵、有害有機物などを除去するための排ガス処理の付帯設備が必要である。しかも、一般に排ガス量は大量であるから、このための排ガス処理付帯設備は大規模になる。また、有害物質（イオウ分等）を含んだ燃料を燃焼すると、その燃焼系統の部材が腐食損傷等を起こし、燃焼系統の部材寿命を縮めると言う問題がある。

【0011】また、ガスタービンコンバインドサイクル発電プラントの場合は、一般に液化天然ガス（LNGガス）を燃料として燃焼ガスをガスタービンに送っているが、LNGガスの埋蔵量に限りがある。また、LNGガスを使用するためには、その周辺に巨大なLNG基地の建設が必須であり、基地建設の費用は莫大なものとなり簡単に基地建設というわけには至らない。

【0012】一方、これらの対応として、この地球上に無尽蔵といってよいほどある石炭燃料を有効利用することが、急務として上げられ、低品質炭のガス化システム等が検討実用化されている。しかし、これらも、その設備費用効果の面で、まだまだ十分でない状態である。

【0013】本発明の目的は、燃料に含まれる有害物質の放出を抑制するための付帯設備を低減できる発電設備を提供することである。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に係わる発電設備は、超臨界圧ボイラからの蒸気で発電機が接続された蒸気タービンを駆動し前記蒸気タービンで仕事を終え凝縮された水を給水過熱器で加熱して前記超臨界圧ボイラに戻すようにした発電設備において、前記超臨界圧ボイラから超臨界水を取り出す超臨界水系統と、前記超臨界水系統からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質する改質器と、前記改質器からの混合物から改質燃料を分離して抽出し前記超臨界圧ボイラに供給する分

離器とを備えたことを特徴とする。

【0015】請求項1に係わる発電設備では、改質器は、燃料供給系統からの燃料と超臨界水系統からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質し、分離器は、改質器からの混合物から改質燃料を分離して抽出し超臨界圧ボイラに供給する。

【0016】請求項2に係わる発電設備は、請求項1の発明において、前記分離器は、前記改質器からの混合物から、改質燃料、有害物質、超臨界水を別々に取り出し、前記改質燃料および前記超臨界水は前記超臨界圧ボイラに供給し、前記有害物質は系外に排出することを特徴とする。

【0017】請求項2に係わる発電設備では、請求項1の発明の作用に加え、分離器は、改質器からの混合物から、改質燃料、有害物質、超臨界水を別々に取り出す。そして、改質燃料および超臨界水は超臨界圧ボイラに供給し、有害物質は系外に排出する。

【0018】請求項3に係わる発電設備は、請求項1または請求項2の発明において、前記超臨界圧ボイラに供給する高圧水を電気分解して高圧の水素を発生させ、その高圧の水素を前記改質器に注入する高圧水素発生装置を備えたことを特徴とする。

【0019】請求項3に係わる発電設備では、請求項1または請求項2の発明の作用に加え、高圧水素発生装置は、超臨界圧ボイラに供給する高圧水を導入し、電気分解して高圧の水素を発生させる。その高圧の水素は改質器に注入する。

【0020】請求項4に係わる発電設備は、請求項1の発明において、前記分離器で分離された改質燃料を、ガスタービン発電システムのガス化炉に導くことを特徴とする。

【0021】請求項4に係わる発電設備では、請求項1の発明の作用に加え、分離器で分離された改質燃料は、超臨界圧ボイラだけでなく、ガスタービン発電システムのガス化炉にも導かれる。

【0022】請求項5に係わる発電設備は、亞臨界圧ボイラからの蒸気で発電機が接続された蒸気タービンを駆動し前記蒸気タービンで仕事を終え凝縮された水を給水過熱器で加熱して前記亞臨界圧ボイラに戻すようにした発電設備において、前記亞臨界圧ボイラで燃焼させる有機物質の燃料を供給する燃料供給系統と、前記亞臨界圧ボイラに供給する高圧水を抽出し超臨界水を発生させる超臨界水発生装置と、前記燃料供給系統からの燃料と前記超臨界水発生装置からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質する改質器と、前記改質器からの混合物から改質燃料を分離して抽出し前記亞臨界圧ボイラに供給する分離器とを備えたことを特徴とする。

【0023】請求項5に係わる発電設備では、改質器は、燃料供給系統からの燃料と超臨界水発生装置からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質す

る。分離器は、改質器からの混合物から改質燃料を分離して抽出し亜臨界ボイラに供給する。

【0024】請求項6に係わる発電設備は、請求項5の発明において、前記亜臨界圧ボイラに供給する高圧水を電気分解して高圧の水素を発生させ、その高圧の水素を前記改質器に注入する高圧水素発生装置を備えたことを特徴とする。

【0025】請求項6に係わる発電設備では、請求項5の発明の作用に加え、高圧水素発生装置は、亜臨界圧ボイラに供給する高圧水を電気分解して高圧の水素を発生させる。そして、その高圧の水素を改質器に注入する。

【0026】請求項7に係わる発電設備は、請求項5の発明において、前記分離器で分離された改質燃料を、ガスタービン発電システムのガス化炉に導くことを特徴とする。

【0027】請求項7に係わる発電設備では、請求項5の発明の作用に加え、分離器で分離された改質燃料は、亜臨界圧ボイラだけでなく、ガスタービン発電システムのガス化炉にも導かれる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の第1の実施の形態に係わる発電設備の構成図である。図1において、超臨界圧ボイラ1で発生した蒸気は、蒸気タービン2に導かれ発電機3を駆動し発電する。蒸気タービン2で仕事を終えた蒸気は、復水器4で凝縮され、その凝縮された水は給水ポンプ5により給水加熱器6に導かれる。そして、給水加熱器6で加熱されて超臨界圧ボイラ1に戻される。

【0029】超臨界圧ボイラ1内では、水の状態は臨界圧および臨界温度を超えた状態の超臨界水である。つまり、臨界温度374℃以上、臨界圧力22.1MPa以上であり、気相と液相間の転移を示さなく状態の超臨界域である。

【0030】改質器7は、超臨界水系統8を介して超臨界圧ボイラ1から注出した超臨界水と、燃料供給系統9を介して供給される有害物質を含む燃料とを混合し、燃料の有害物質を抽出し、有害物質を含まない燃料に改質する。すなわち、超臨界圧ボイラ1の節炭器下流の火炉部付近から注水された超臨界水は、超臨界水系統8を経由して改質器7に供給される。一方、改質器7にはボイラー用の低質燃料が燃料供給系統9から供給され、改質器7内で超臨界水と混合される。混合状態が、ある一定時間経過すると、供給された低質燃料から有害物質が超臨界水に抽出される。

【0031】この状態を経た超臨界水の混合体は分離器10に導かれ、そこで、改質された燃料、有害物質、並びに超臨界圧ボイラ1から抽出した時よりもより高い温度になった清浄な超臨界水とに分離される。

【0032】分離された改質燃料は改質燃料供給系統11を経て、改質燃料供給装置12に導かれ超臨界圧ボイ

ラ1に供給される。一方、有害物質は有害物質排出系統13から排出される。また、より高温の超臨界水は超臨界水戻し系統14を経て、超臨界圧ボイラ1の超臨界水系統8の取り出し点より高温部に戻される。

05 【0033】燃料の改質をさらに高度化するために、給水加熱器6で加熱した後の高圧水を抽出し、高圧水系統15を経由して高圧水素発生装置16に導き、この高圧水素発生装置16で電気分解により水素を発生させる。この高圧水素発生装置16で発生した高圧水素は、水素供給系統17を経由して改質器7に送られる。これにより、燃料の発熱量を高め超臨界圧発電プラントの熱効率を高めることができる。

10 【0034】このように、超臨界圧発電プラントの超臨界圧ボイラ1より超臨界水を抽出し、その超臨界水を低品質の燃料に注入して燃料の改質を行う。そして、改質を行った燃料を超臨界圧ボイラ1で燃焼させて、超臨界圧ボイラ1の排煙脱硫装置や集塵装置が不要となる。従って、超臨界圧発電プラントの全体の建設費を低減させることができとなり、プラント全体の熱効率を高めかつ超臨界圧ボイラ1の腐食トラブルを軽減することができる。

15 【0035】次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。図2は、本発明の第2の実施の形態に係わる発電設備の構成図である。この第2の実施の形態は、図1に示す第1の実施の形態に対し、分離器10で分離された改質燃料を、ガスタービン発電システム18のガス化炉19に導くようにしたものである。図2では、ガスタービン発電システム18として、ガスタービン20と蒸気タービン2Aとを備えた複合発電システムを示している。

20 【0036】図2において、分離器10で改質された改質燃料は、改質燃料供給装置12を介して超臨界圧ボイラ1に供給されると共に、ガスタービン発電システム18のガス化炉19にも供給される。ガス化炉19は、改質燃料をガスタービン20の燃焼器21に気体燃料として供給する。

25 【0037】燃焼器21で燃焼した改質燃料は、ガスタービン20の駆動燃料ガスとしてガスタービン20に供給されガスタービン20を駆動する。ガスタービン20で仕事を終えた排ガスは排熱回収ボイラ22に導かれ、その排熱により蒸気を発生する。排熱回収ボイラ22で発生した蒸気は、ガスタービンに連結された蒸気タービン2Aに供給され、発電機3Aを駆動し発電する。蒸気タービン2Aで仕事を終えた蒸気は、復水器4Aで凝縮され、その凝縮された水は給水ポンプ5Aにより給水加熱器6Aに導かれる。そして、給水加熱器6Aで加熱されて排熱回収ボイラ22に戻される。また、排熱回収ボイラ22で熱交換を終えた排ガスは排ガス装置23を介して系外に排出される。

30 【0038】このように、改質器7で改質され分離器10で分離された改質燃料は、ガスタービン発電システム45

50

のガス化炉19に導かれ燃料として使用される。従つて、一般に使用されているLNG燃料相当またはそれ以上の有害物質のない燃料として、ガスタービン20に供給されることになる。

【0039】これにより、石炭ガス化プラントに必要な脱硫装置や排処理装置等の発生ガスの清浄化システムを必要とせず、また、LNGに頼らない石炭を燃料としたガスタービン発電プラントが提供できる。

【0040】次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。図3は本発明の第3の実施の形態に係わる発電設備の構成図である。この第3の実施の形態は、超臨界圧発電プラントを有さない火力発電プラント（亜臨界圧発電プラント）において、超臨界水発生装置24を設け、その超臨界水発生装置24からの超臨界水を燃料供給系統9からの燃料に混合し、改質器7で亜臨界圧ボイラ1Aの燃料を得るようにしたものである。

【0041】図3では、亜臨界圧発電プラントに、ガスタービン発電プラント16とを併設し、ガスタービン発電プラント16のガス化炉19にも改質燃料を供給するものを示している。

【0042】改質器7は、燃料供給系統9からの燃料と超臨界水発生装置24からの超臨界水とを混合し有害物質を含まない燃料に改質する。分離器10は、改質器7からの混合物から改質燃料を分離して抽出し亜臨界圧ボイラ1Aに供給すると共に、ガスタービン発電プラント16のガス化炉19にも改質燃料を供給する。

【0043】このように、超臨界圧ボイラ1を有さない発電プラントでは、超臨界水発生装置24を導入して超臨界水を発生させ、超臨界水を用いて低品質の燃料の改質を行う。また、同様に、燃料の改質をさらに高度化するために、給水加熱器6で加熱した後の高圧水を抽出し、高圧水系統15を経由して高圧水素発生装置16に導き、この高圧水素発生装置16で電気分解により水素を発生させる。この高圧水素発生装置16で発生した高

圧水素は、水素供給系統17を経由して改質器7に送られる。これにより、燃料の発熱量を高め超臨界圧発電プラントの熱効率を高めることができる。

#### 【0044】

05 【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、超臨界圧発電プラントの超臨界圧ボイラから超臨界水を抽出して、その超臨界水を用いて改質器で超臨界圧ボイラへの低質の燃料を有害物質のない燃料に改質するので、燃焼排ガスに含まれる有害物質が低減でき、脱硫装置や  
10 灰処理装置等の付帯設備が縮減できる。

【0045】また、改質された燃料を使うので、超臨界圧ボイラのイオウ腐食等が軽減され寿命向上が図れる。さらに、ガスタービン発電システムに対しても、LNG燃料並みの燃料として改質燃料を使用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係わる発電設備の構成図。

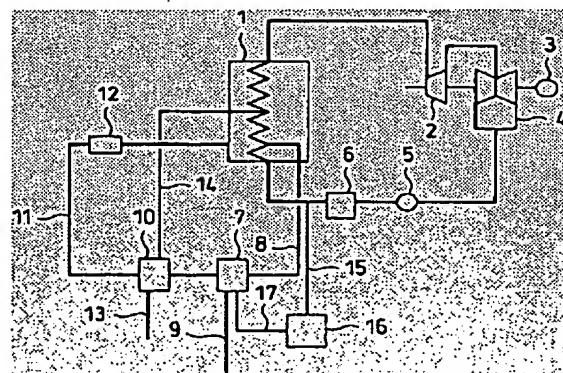
【図2】本発明の第2の実施の形態に係わる発電設備の構成図。

【図3】本発明の第3の実施の形態に係わる発電設備の構成図。

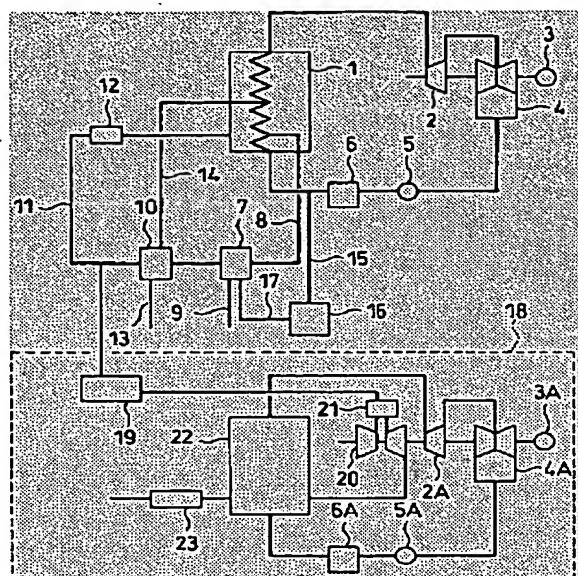
#### 【符号の説明】

1	超臨界圧ボイラ	1A	亜臨界圧ボイラ	2	蒸気
25	タービン	3	発電機		
4	復水器	5	給水ポンプ	6	給水加熱器
7	改質器	8	超臨界水系統	9	燃料供給系統
10	分離器	11	改質燃料供給系統	12	改質燃料供給装置
13	有害物質排出系統	14	超臨界水戻し系統		
30	15	高圧水系統	16	高圧水素発生装置	17
				水素供給系統	
				18	ガスタービン発電システム
				19	
				ガス化炉	20
				ガスタービン	21
				燃焼器	22
				排熱回収ボイラ	23
				排ガス装置	24
				超臨界水	
				発生装置	

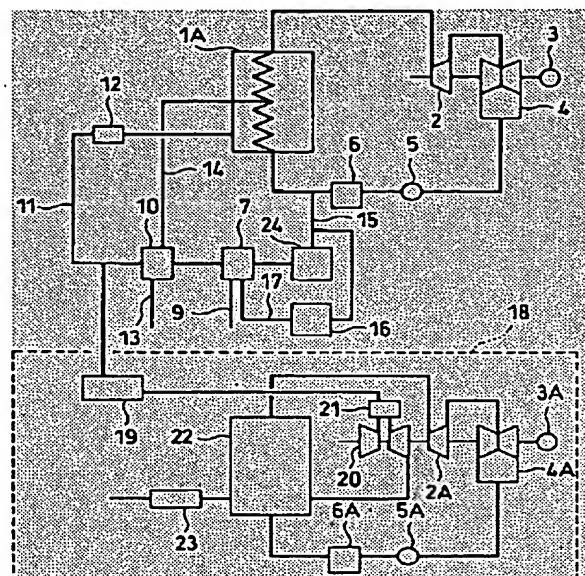
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
F 22 D 11/00

識別記号

F I  
F 22 D 11/00

テーマコード(参考)  
B

(72)発明者 山田 和矢  
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株  
式会社東芝浜川崎工場内

30 (72)発明者 古谷 徹也  
神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央4丁目36番  
5号 東芝ドキュメント株式会社内  
F ターム(参考) 3G081 BA02 BA13 BA16 BB00 BC07  
BC19 DA12